

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 07 JUL 2000 14. Juni 2000	
WIPO	PCT

EPO - Munich
70

14. Juni 2000

Bescheinigung

Die Firma Schott Glas in Mainz/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der
Bezeichnung

"Verfahren zur Formgebung von Glaskeramiken"

am 19. August 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht und erklärt,
dass sie dafür die Innere Priorität der Anmeldung in der Bundesrepublik Deutschland
vom 23. März 1999, Aktenzeichen 299 05 385.7, in Anspruch nimmt.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
C 03 B 32/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 26. Mai 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Wehner

Aktenzeichen: 199 38 811.3

BEST AVAILABLE COPY

Verfahren zur Formgebung von Glaskeramiken

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Glaskeramikteilen
mittels Verformung aus einem Glaskeramikrohling sowie eine Vorrichtung zur
5 Durchführung des Verfahrens.

Die Formgebung von Glaskeramiken, insbesondere die 3D-Formgebung
erfolgt nach einem ersten Verfahren gemäß dem Stand der Technik
ausgehend vom glasigen Vorprodukt, da nach erfolgter Keramisierung des
10 Glases eine Verformung im allgemeinen nur über den Umweg über die
Schmelze wieder möglich ist.

Um das Ausgangsglas der Glaskeramik mit den für Glas üblichen
Verformungsverfahren wie beispielsweise Schwerkraftsenken oder
15 Vakuumsenken verformen zu können, wird dieses typischerweise auf
Temperaturen um 1000° Celsius erhitzt, in dem Kristallwachstum stattfindet,
wenn vorher Keime gebildet worden sind. Beim Erwärmen des
Ausgangsglases auf die Zieltemperatur von beispielsweise 1000° Celsius, bei
der Kristallwachstum erfolgen kann, muß unvermeidbarerweise der
20 Keimbildungsbereich, in dem kleinste Kristallisationskeime ausgeschieden
werden und der zwischen 700° Celsius und 800° Celsius liegt, durchfahren
werden.

Um zu verhindern, daß im kritischen Bereich der Keimbildung eine Keimung,
25 die inhomogen sein kann, einsetzt und die Eigenschaften der aus dem
nachfolgenden Keramisierungsprozeß hervorgehenden Glaskeramik negativ
beeinflußt werden, oder daß es durch die Vorkeimung im anschließenden
Formgebungsverfahren zur Kristallisation kommt und dieses dadurch
unmöglich wird, muß der Keimbildungsbereich so schnell als möglich
30 durchfahren werden.

Eine schnelle Aufheizung kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß leistungsstarke Oberflächenheizungen, wie beispielsweise Gasbrenner, verwendet werden.

5 Als Oberflächenheizung werden ganz allgemein solche Heizungen bezeichnet, bei denen mindestens 50 % der gesamten Wärmeleistung der Heizquelle in die Oberfläche beziehungsweise oberflächennahen Schichten des zu erwärmenden Objektes eingetragen werden.

10 Eine besondere Art einer Oberflächenheizung ist die oben beschriebene Erwärmung mit einer Gasflamme, wobei typischerweise die Flammentemperaturen bei 1000° Celsius liegen. Eine Erwärmung mittels Gasbrenner erfolgt zum größten Teil durch Übertragung der Wärmeenergie des heißen Gases über die Oberfläche des Ausgangsglases der Glaskeramik.
15 Hierbei kann sich ein Temperaturgradient im Glas ergeben, der die Formgebung nachteilig beeinflussen kann.

Um eine ausreichende Durchwärmung des Ausgangsglases mit Hilfe von Wärmeleitung zu erreichen, ist beim Gasbrenner ein hoher Leistungseintrag
20 erforderlich. Eine derartige Erwärmung ist auf kleine Flächen beschränkt, da eine vollflächige Einbringung der erforderlichen Leistungsdichte mit Hilfe von Gasbrennern nicht möglich ist.

Die Erwärmung mit Gasbrennern ist somit nicht zur Herstellung komplexer 3D-Glaskeramiken geeignet, sondern auf einfache Geometrien beschränkt.
25

Weitere Nachteile der Erwärmung mit Gasbrennern sind beispielsweise:

- eine relativ unkontrollierte Beflammung,
- das Eintragen von Störgasen,

30

die die Materialbeschaffenheit unerwünscht beeinflussen können.

5 Eine andere Möglichkeit der Herstellung dreidimensional verformter
Glaskeramiken besteht darin, diese während des Keramisierungsprozesses
durch Auflegen auf die geeignete Form durchzuführen. Da hierbei jedoch
nicht die eigentlich erforderlichen niedrigen Viskositäten auftreten, können
zwar komplexe Geometrien geformt werden, jedoch nur mit sehr großen
Biegeradien.

10 Aus der PCT/FR96/00927 ist die Nachverarbeitung von Glaskeramikvorstufen
bekanntgeworden, wobei direkt an der Schmelzwanne das gewalzte Glasband
bei Erreichen der erforderlichen Temperatur von hohen Temperaturen
herkommend der Formgebung unterzogen wurde, noch bevor der kritische
Bereich der Keimbildung bei der Glaskeramik erreicht wurde.

15 Nachteilig an dem aus der PCT/FR96/00927 bekannten Verfahren ist der
außerordentlich hohe Aufwand, da direkt in den kontinuierlichen Prozeß der
Formglasherstellung eingegriffen werden muß. Zudem ist eine vom
Wannenbetrieb unabhängige, nachfolgende Formgebung beispielsweise
zwischenlagerter Glaskeramikrohlinge nach deren Abkühlung durch
erneutes Aufheizen nicht möglich.

20 Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung
von Glaskeramikteilen mittels Verformung aus einem Glaskeramikrohling
anzugeben, mit dem die zuvor beschriebenen Nachteile überwunden werden.
Insbesondere soll das Verfahren folgende Möglichkeiten eröffnen:

- 25
- * einen vom Wannenbetrieb unabhängigen, beispielsweise
nachgeschalteten Betrieb
 - * komplexe 3D-Verformungen auch von Radien mit kleinsten Biegeradien
 - * weitgehende Vermeidung störender Vorkeramisierung
 - 30 * weitgehende Vermeidung störender Temperaturgradienten

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß bei einem oberbegrifflichen Verfahren das Formgebungsverfahren unter Einsatz von IR-Strahlung, vorzugsweise kurzwelliger IR-Strahlung $< 2,7 \mu\text{m}$ Wellenlänge bzw. NIR-Strahlung, durchgeführt wird.

5

In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Formgebungsverfahren als Nachverarbeitung eines Glaskeramikrohlinges vor dessen Keramisierung erfolgt. Dies hat den Vorteil, daß das Glas jederzeit offline einer Verformung unterzogen werden kann.

10

Alternativ hierzu wäre die Durchführung der Verformung gleichzeitig zusammen mit der Keramisierung des Glaskeramikrohlinges.

15

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der der Verformung unterzogene Glaskeramikrohling beziehungsweise der der Keramisierung unterzogene Glaskeramikrohling eine Glasplatte ist.

20

Als Formgebungsverfahren sind sämtliche üblichen Formgebungsverfahren der Glasverarbeitung denkbar, beispielsweise das Verformen mittels Schwerkraftabsenkung, das durch Vakuum unterstützt sein kann. Man spricht dann von Vakuumsenken. Alternativ hierzu kann das Absenken in die Form mit Hilfe eines Pressstempels oder mit Hilfe des Einblasens von Luft erfolgen.

25

Neben einem Formgebungsprozeß durch Absenken in eine Form kann alternativ oder kombiniert mit dem Absenkungsprozeß eine gerichtete IR-Bestrahlung des zu formenden oder Glaskeramikrohlinges erfolgen, wodurch eine gezielte zonenweise Erwärmung und damit Formgebung vorgenommen werden kann.

Unterstützend oder alternativ zu einer gerichteten IR-Strahlung, können gezielt bestimmte Bereiche des Rohlings durch Einbringen von entsprechend ausgestalteten Blenden erwärmt oder im Kalten gehalten werden.

5 Besonders bevorzugt ist es, wenn das gesamte Formgebungsverfahren in einem IR-Strahlungshohlraum durchgeführt wird und die Erwärmung mit Hilfe von IR-Strahlern als Strahlungsquellen erfolgt.

0 Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Anteil der indirekt, d. h. der rückgestreuten bzw. reflektierten Strahlung, die auf die zu erwärmende Glaskeramik einwirkt, mehr als 50 %, bevorzugt mehr als 60 %, bevorzugt mehr als 70 %, besonders bevorzugt mehr als 80 %, besonders bevorzugt mehr als 90 %, insbesondere mehr als 98 % der Gesamtstrahlungsleistung beträgt.

15 In einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die IR-Strahler im Hohlraum derart angeordnet sind, daß nur eine Seite des Glaskeramikrohlinges direkt mit Hilfe dieser Strahler erwärmt wird und die andere Seite aufgrund der hohen Wandreflektivität im IR-Strahlungshohlraum mit zurückreflektierter beziehungsweise gestreuter indirekter IR-Strahlung..

20

Zur Homogenisierung der Temperatur kann eine Vorerwärmung beispielsweise in einem konventionellen Ofen vorgenommen werden. Auch die Nacherwärmung einer geformten Glaskeramik ist denkbar.

25 Neben dem Verfahren stellt die Erfindung auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Verfügung, die sich insbesondere dadurch auszeichnet, daß sie einen IR-Strahlungshohlraum mit die IR-Strahlung reflektierenden Wänden umfaßt, wobei eine Vielzahl von IR-Strahlern im IR-

30 Strahlungshohlraum angeordnet sind.

IR-Strahlungshohlräume zeigen beispielsweise die US-A-4789771 sowie die EP-A-0 133 847, deren Offenbarungsgehalt in die vorliegende Anmeldung vollumfänglich miteinbezogen wird. Vorzugsweise beträgt der Anteil der von den Wandflächen reflektierten und/oder gestreuten Infrarot-Strahlung mehr als 50 % der auf diese Flächen auftreffenden Strahlung.

Besonders bevorzugt ist es, wenn der Anteil der von der Wandflächen reflektierten und/oder gestreuten Infrarot-Strahlung mehr als 90 %, insbesondere mehr als 98 %, beträgt.

Ein besonderer Vorteil der Verwendung eines IR-Strahlungshohlraumes ist, daß es sich bei Verwendung von sehr stark reflektierenden und/oder rückstreuenden Wandmaterialien um einen Resonator hoher Güte Q handelt, der nur mit geringen Verlusten behaftet ist und daher eine hohe Energieausnutzung gewährleistet.

Bei der Verwendung diffus rückstreuender Wandmaterialien wird eine besonders gleichmäßige Durchstrahlung aller Volumenelemente des Hohlraumes unter allen Winkeln erreicht. Damit werden etwaige Abschattungseffekte bei komplex geformten Glaskeramiktteilen vermieden.

Als rückstreuendes, d. h. remittierendes Wandmaterial können beispielsweise geschliffene Quarzal-Platten mit beispielsweise einer Dicke von 30 mm Verwendung finden.

Auch andere die IR-Strahlung rückstreuende Materialien sind als Wandmaterialien oder Beschichtungen des IR-Strahlungshohlraumes möglich, beispielsweise eine oder mehrere der nachfolgenden Materialien:

Al_2O_3 ; BaF_2 ; BaTiO_3 ; CaF_2 ; CaTiO_3 ;
 MgO ; $3,5 \text{ Al}_2\text{O}_3$; MgO ; SrF_2 ; SiO_2 ;

SrTiO₃; TiO₂; Spinell; Cordierit;
Cordierit-Sinterglaskeramik

5 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die IR-Strahler
eine Farbtemperatur größer als 1500 K, besonders bevorzugt größer als 2000
K auf.

Um eine Überhitzung der IR-Strahler zu vermeiden sind diese
vorteilhafterweise gekühlt, insbesondere wassergekühlt.

0 Zur gezielten Erwärmung der Glaskeramik beispielsweise mit Hilfe gerichteter
Strahler ist vorgesehen, daß die IR-Strahler einzeln ausschaltbar,
insbesondere in ihrer elektrischen Leistung regelbar sind.

15 Die Erfindung soll nachfolgend beispielhaft anhand der Figuren sowie der
Ausführungsbeispiele beschrieben werden.

Es zeigen:

20 Figur 1 die Planck-Kurve eines möglichen IR-Strahlers mit einer
Temperatur von 2400 K.

Figur 2A den prinzipiellen Aufbau einer Heizvorrichtung gemäß der
Erfindung mit Strahlungshohlraum.

25 Figur 2B die Remissionskurve über der Wellenlänge von Al₂O₃ Sintox AL
der Fa. Morgan Matroc, Troisdorf, mit einem Remissionsgrad
> 95 %, über einen weiten Spektralbereich > 98 %, im IR-
Wellenlängenbereich.

30

Figur 3 die Aufheizkurve eines zu keramisierenden Glaskeramikrohlings in einer Heizvorrichtung umfassend einen IR-Strahlungshohlraum.

5 Figur 4A+B Verformung eines Glaskeramikrohlings mit Schwerkraftsenken.

Figur 5A+B Verformung eines Glaskeramikrohlings mit Vakuumsenken.

10 Figur 6A+B Verformung eines Glaskeramikrohlings mit
Senken, unterstützt durch ein Preßwerkzeug.

Figur 7A+B Verformung eines Glaskeramikrohlings mit Senken unterstützt durch Überdruck.

15 Figur 8 Verformung eines Glaskeramikrohlings durch gerichtete IR-Strahler

Figur 9 Verformung eines Glaskeramikrohlings in einem IR-Strahlungshohlraum mit Blende.

20 Figur 1 zeigt die Intensitätsverteilung einer IR-Strahlungsquelle, wie sie zur Erwärmung eines Glaskeramikrohlings für eine komplexe Formgebung gemäß der Erfindung verwendet werden kann. Die zur Anwendung gelangenden IR-Strahler können lineare Halogen IR-Quarzrohrstrahler mit einer Nennleistung von 2000 W bei einer Spannung von 230 V sein, welche bevorzugt eine
25 Farbtemperatur von 2400 K besitzen. Diese IR-Strahler haben entsprechend dem Wienschen Verschiebungsgesetz ihr Strahlungsmaximum bei einer Wellenlänge von 1210 nm.

30 Bei dem erfindungsgemäßen Formgebungsverfahren befinden sich die Heizeinrichtung und das Glühgut beziehungsweise der zu formende

Glaskeramikrohling in einem mit IR-Strahlern bestückten IR-Strahlungshohlraum. Das setzt voraus, daß die Quarzglasstrahler selbst genügend temperaturbeständig oder entsprechend gekühlt sind. Das Quarzglasrohr ist bis etwa 1100° Celsius einsetzbar. Bevorzugt ist es, die
5 Quarzglasrohre erheblich länger auszubilden als die Heizwendel und aus dem Heißbereich herauszuführen, so daß die Anschlüsse im Kaltbereich sind, um die elektrischen Anschlüsse nicht zu überhitzen. Die Quarzglasrohre können mit und ohne Beschichtung ausgeführt sein.

10 In Figur 2A ist eine erste Ausführungsform einer Heizvorrichtung für ein Formgebungsverfahren gemäß der Erfindung mit einem IR-Strahlungshohlraum dargestellt.

Die in Figur 2A dargestellte Heizvorrichtung umfaßt eine Vielzahl von IR-Strahlern 1, die unterhalb eines Reflektors 3 angeordnet sind. Durch den
15 Reflektor 3 wird erreicht, daß die vom IR-Strahler in andere Richtung abgegebene Leistungen auf den Glaskeramikrohling gelenkt werden. Die von den IR-Strahlern abgegebene IR-Strahlung durchdringt teilweise den in diesem Wellenlängenbereich transparenten Glaskeramikrohling 5 und trifft auf
20 eine Trägerplatte 7 aus stark reflektierendem beziehungsweise stark streuendem Material. Besonders geeignet hierfür ist Quarzal, das auch im Infraroten ungefähr 90 % der auftreffenden Strahlung reflektiert. Alternativ hierzu könnte auch Al_2O_3 Verwendung finden, das einen Reflexionsgrad von ungefähr 98 % aufweist. Auf die Trägerplatte 7 wird der Glaskeramikrohling 5
25 mit Hilfe von beispielsweise Quarzal- oder Al_2O_3 -Streifen 9 aufgesetzt. Die Temperatur der Unterseite kann durch ein Loch in der Trägerplatte mittels eines Pyrometers gemessen werden.

Die Wände 10 können zusammen mit Reflektor 3 und Trägerplatte 7 bei
30 entsprechender Ausgestaltung mit reflektierendem Material bzw. Quarzal oder Al_2O_3 einen IR-Strahlungshohlraum hoher Güte ausbilden.

Figur 3 zeigt die Heizkurve eines umzuformenden Glaskeramikrohlinges gemäß einem erfindungsgemäßen Verfahren, wobei die zu keramisierende Glasprobe Abmessungen von etwa 200 mm bei einer Dicke von 4 mm aufwies.

5

Das Heizverfahren beziehungsweise die Wärmebehandlung erfolgte wie nachfolgend beschrieben:

Die Erwärmung der umzuformenden und im Anschluß zu keramisierenden Glasproben erfolgte zunächst in einem mit Quarzal umbauten IR-Strahlungshohlraum gemäß Figur 3, dessen Decke durch einen Aluminiumreflektor mit darunter befindlichen IR-Strahlern gebildet wurde. Die Glasproben wurden in geeigneter Art und Weise auf Quarzal gelagert.

15

Im IR-Strahlungshohlraum wurde das Glas durch mehrere Halogen IR-Strahler direkt angestrahlt, die sich in einem Abstand von 10 mm bis 150 mm über dem zu keramisierenden Glas befanden.

Das Aufheizen des Glases fand nunmehr mittels Ansteuerung der IR-Strahler über einen Thyristorsteller auf Grundlage von Absorptions-, Reflexions- und Streuprozesse statt, wie nachfolgend eingehend beschrieben:

Da die Absorptionslänge der verwendeten kurzwelligen IR-Strahlung im Glas sehr viel größer ist als die Abmessungen der zu erwärmenden Gegenstände, wird der größte Teil der auftreffenden Strahlung durch die Probe hindurchgelassen. Da andererseits die absorbierte Energie pro Volumen an jedem Punkt des Glases nahezu gleich ist, wird eine über das gesamte Volumen homogene Erwärmung erzielt. Bei dem Verfahren gemäß Figur 3 befinden sich die IR-Strahler und das zu erwärmende Glas in einem Hohlraum, dessen Wände aus einem Material mit einer Oberfläche hoher Reflektivität besteht, wobei zumindest ein Teil der Wandfläche die auftreffende

30

Strahlung überwiegend diffus zurückstreut. Dadurch gelangt der
überwiegende Teil der zunächst von dem Glas hindurchgelassenen Strahlung
nach Reflexion beziehungsweise Streuung an der Wand erneut in den zu
erwärmenden Gegenstand und wird wiederum teilweise absorbiert. Der Weg
5 der auch beim zweiten Durchgang durch das Glas hindurchgelassenen
Strahlung setzt sich analog fort. Mit diesem Verfahren wird nicht nur eine in
der Tiefe homogene Erwärmung erreicht, sondern auch die eingesetzte
Energie deutlich besser als bei nur einfachem Durchgang durch das Glas
ausgenutzt.

9

In Figur 4 ist der Aufbau für eine Formgebung eines Glaskeramikrohlinges 5
in einem IR-Strahlungshohlraum mit IR-Heizstrahlern 1 mit Hilfe von
Schwerkraftsenken dargestellt.

15 Die IR-Strahler 1 sind im Strahlungshohlraum oberhalb des zu formenden
Glaskeramikrohlinges 5 angeordnet. Oberhalb der IR-Strahler 1 befinden sich
Reflektoren 3.

20 Die IR-Strahler 1 erwärmen den Glaskeramikrohling 5 von der Oberseite. Die
Form 50, in die der Rohling 5 sinkt, ist mit IR-reflektierendem Material ebenso
wie die Wände 10 des IR-Strahlungshohlraumes beschichtet. Die auf die
Wände 10 beziehungsweise die Form 50 auftreffende IR-Strahlung wird zu
einem Anteil von mehr als 50 %, vorzugsweise 90 bzw. 95 %, besonders
bevorzugt 98 % reflektiert. Die zurückreflektierte Strahlung erwärmt beim
25 nochmaligen Durchgang wiederum den Glaskeramikrohling.

Wird eine bestimmte Temperatur in dem Glaskeramikrohling überschritten, so
senkt sich der erwärmte Glaskeramikrohling in die Form 50 aufgrund ihrer
Schwerkraft ab wie in Figur 4 B dargestellt.

30

Der Formgebungsprozeß kann sowohl vor der Keramisierung an einem Glaskeramikrohling durchgeführt werden oder aber auch zusammen mit dem Keramisierungsprozeß. Nach Abschluß des Formgebungsprozesses wird das geformte Glaskeramikteil nach Abstellen der Beheizung mittels der IR-Strahler aus der Form entnommen.

Der Formungsprozeß kann durch Anlegen von Vakuum, wie in den Figuren 5 A und 5 B dargestellt, unterstützt werden.

Hierzu ist vorgesehen, unterhalb des zu formenden Glaskeramikrohlinges 5 in der Form einen Vakuumanschluß 52 vorzusehen.

Die Schwerkraftabsenkung nach Erwärmung durch die IR-Strahler wird durch Anlegung eines Vakuums unterstützt.

Alternativ hierzu kann vorgesehen sein, wie in Figur 6 A und 6 B dargestellt, den Verformungsprozeß mit einem Pressstempel 54 zu unterstützen. Hierzu werden vorteilhafterweise nach Erwärmung der Platte die IR-Strahler, die sich oberhalb der zu erwärmenden Platte befinden, verfahren und anschließend mit Hilfe des Presswerkzeuges beziehungsweise Pressstempels 52 die erwärmte Platte 5 in die Form abgesenkt.

Anstelle eines Absenkens mit einem Pressstempel 54 kann wie in Figur 7 A und 7 B dargestellt, vorgesehen sein, durch Einblasen eines Überdruckes mit Hilfe eines Blaswerkzeuges 56 die erwärmte Platte in die Form zu bringen.

In Figur 8 ist die selektive Aufheizung eines Glaskeramikrohlinges mit Hilfe von gerichteten IR-Strahlern 100 gezeigt.

Durch eine derart gerichtete Aufheizung können die Verformungsprozesse in ganz bestimmten Bereichen der zu formenden Glaskeramik in Gang gesetzt

werden. Durch Einzelansteuerung der gerichteten IR-Strahler 100 ist es möglich, über eine Fläche verteilt Temperaturprofile in der zu formenden Glaskeramik herzustellen und so der Glaskeramik eine beliebige, vorbestimmte Form zu geben.

5

Anstelle von gerichteten und einzeln angesteuerten IR-Strahlern können auch Blenden 102 vorgesehen sein, die zwischen die IR-Strahler 100 und die Oberseite der zu erwärmenden Platte 5 eingebracht werden.

10

Eine derartige Ausgestaltung der Erfindung ist in Figur 9 dargestellt.

15

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Materialtemperaturen im Bereich von 1150 Grad Celsius bis 1200 Grad Celsius und darüber erreicht, wobei sich auch erreichen läßt, daß die Temperaturinhomogenität im Werkstück vor dem Formgebungsprozess +/- 10 K nicht überschreitet.

20

Bei der Entnahme des geformten Teiles beträgt die Temperatur der geformten Glaskeramik vorzugsweise weniger als 250 Grad Celsius, die Abkühlgeschwindigkeit der Glaskeramik bei ausgeschaltetem Strahler liegt vorzugsweise oberhalb von 150 Grad Celsius pro Minute.

25

Die Aufheizung mit Hilfe der IR-Strahlungsmethode dauert vorzugsweise weniger als 60 Sekunden und die Kühlung weniger als 180 Sekunden. Die Kühlung kann sowohl außerhalb wie innerhalb des Aggregates erfolgen. Damit lassen sich Taktzeit von 60 sec bei Kühlung außerhalb des Aggregates und von weniger als 5 min bei Kühlung innerhalb des Aggregates erreichen.

30

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens können beispielsweise rinnenförmige Bauteile mit einem Kreisbogenquerschnitt von r kleiner als 150 mm bei einer Weite des Bauteiles kleiner 200 mm realisiert werden sowie

beispielsweise rinnenförmige Bauteile mit rechteckigem beziehungsweise trapezförmigem Querschnitt geformt werden.

Auch komplexe Verformungen dreidimensionaler Art sind möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Glaskeramikteilen mittels Verformung aus
einem Glaskeramikrohling,
5 dadurch gekennzeichnet, daß
das Formgebungsverfahren unter Einsatz von IR-Strahlung
durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
0 das Formgebungsverfahren als Nachverarbeitung eines
Glaskeramikrohlinges vor dessen Keramisierung erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
15 der Glaskeramikrohling eine Glasplatte ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
das Formgebungsverfahren während der Keramisierung eines
Glaskeramikrohlinges erfolgt.
- 20 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Glaskeramikrohling eine Glasplatte ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
25 daß
das Formgebungsverfahren Schwerkraftsenken umfaßt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
30 daß
das Formgebungsverfahren Vakuumsenken umfaßt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
daß
das Formgebungsverfahren das Senken mit Pressstempel umfaßt.
- 5 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,
daß
das Formgebungsverfahren Blassenken umfaßt.
- 10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,
daß
das Formgebungsverfahren eine gerichtete IR-Bestrahlung des zu
formenden Glaskeramikrohlinges umfaßt.
- 15 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch
gekennzeichnet, daß
das Formgebungsverfahren in einem IR-Strahlungshohlraum
durchgeführt wird.
- 20 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß
die Strahlungsbeheizung mit Hilfe von im Strahlungshohlraum
angeordneten IR-Strahlern durchgeführt wird.
- 25 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß
eine Seite des Glaskeramikrohlinges direkt mit IR-Strahlung der IR-
Strahler erwärmt wird und die andere Seite indirekt mit reflektierter IR-
Strahlung des IR-Strahlungshohlraumes.
- 30 14. Verfahren, nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch
gekennzeichnet, daß der Glaskeramikrohling vorgewärmt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Glaskeramikrohling in einem konventionellen Ofen vorgeheizt wird.
- 5 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Glaskeramik nach der Formgebung nachbeheizt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Glaskeramik in einem konventionellen Ofen nachbeheizt wird.
- 0 18. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung umfaßt:
- 15 18.1 einen IR-Strahlungshohlraum mit die IR-Strahlung reflektierenden Wänden
- 18.2 einen oder mehrere IR-Strahler.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektivität bzw. das Rückstreuvermögen der Wände mehr als 50 % der auftreffenden Strahlung beträgt.
- 20 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektivität der Wände mehr als 90 % bzw. 95 %, insbesondere mehr als 98 % der auftreffenden Strahlung beträgt.
- 25 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Wandmaterial diffus rückstreuend ist.
- 30 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß

die reflektierenden bzw. rückstreuenden Wände eines oder mehrere
der nachfolgenden Materialien umfaßt:

5 Al_2O_3 ; BaF_2 ; BaTiO_3 ; CaF_2 ; CaTiO_3 ;
 $\text{MgO} \cdot 3,5 \text{ Al}_2\text{O}_3$; MgO , SrF_2 ; SiO_2 ;
 SrTiO_3 ; TiO_2 ; Spinell; Cordierit;
 Cordierit-Sinterglaskeramik

- 10 23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch
 gekennzeichnet, daß
 die IR-Strahler eine Farbtemperatur größer als 1500 K, besonders
 bevorzugt größer als 2000 K aufweisen.
- 15 24. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch
 gekennzeichnet, daß
 die IR-Strahler gekühlt, insbesondere wassergekühlt sind.
- 20 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, dadurch
 gekennzeichnet, daß
 die IR-Strahler einzeln ansteuerbar und in ihrer elektrischen Leistung
 regelbar sind.

Verfahren zur Formgebung von Glaskeramiken

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Glaskeramikteilen mittels Verformung aus einem Glaskeramikrohling.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungsverfahren unter Einsatz von IR-Strahlung durchgeführt wird.

FIG. 8

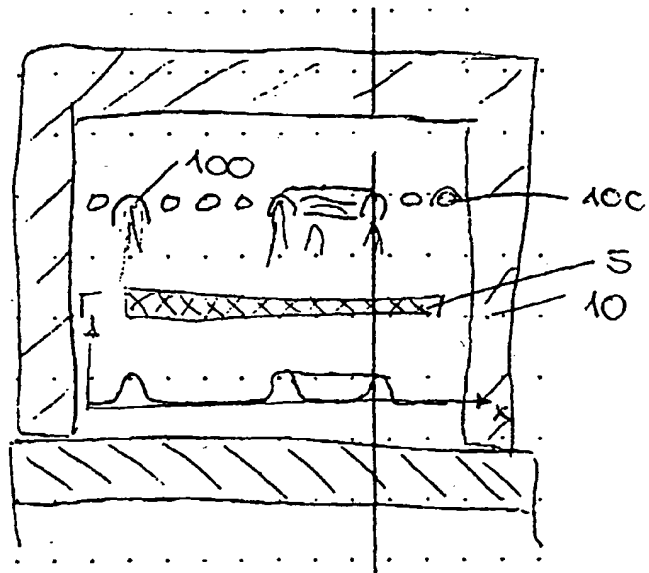
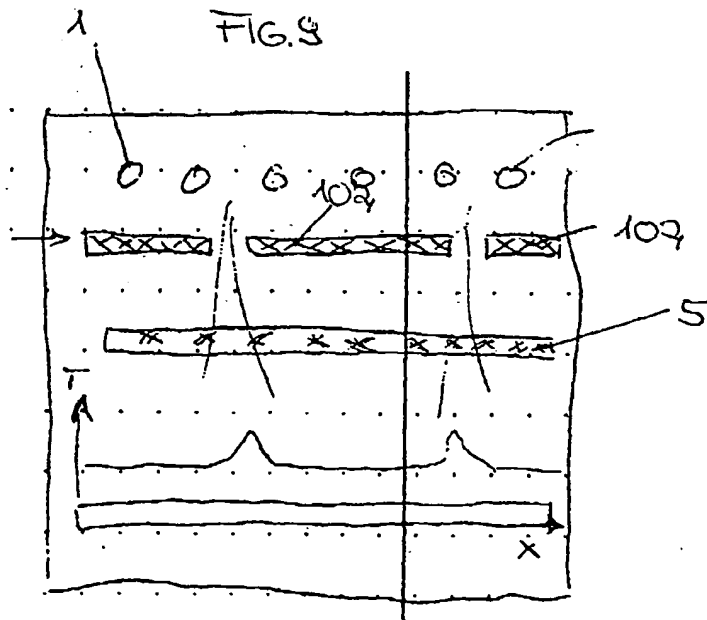


FIG. 9



Aufheizkurve

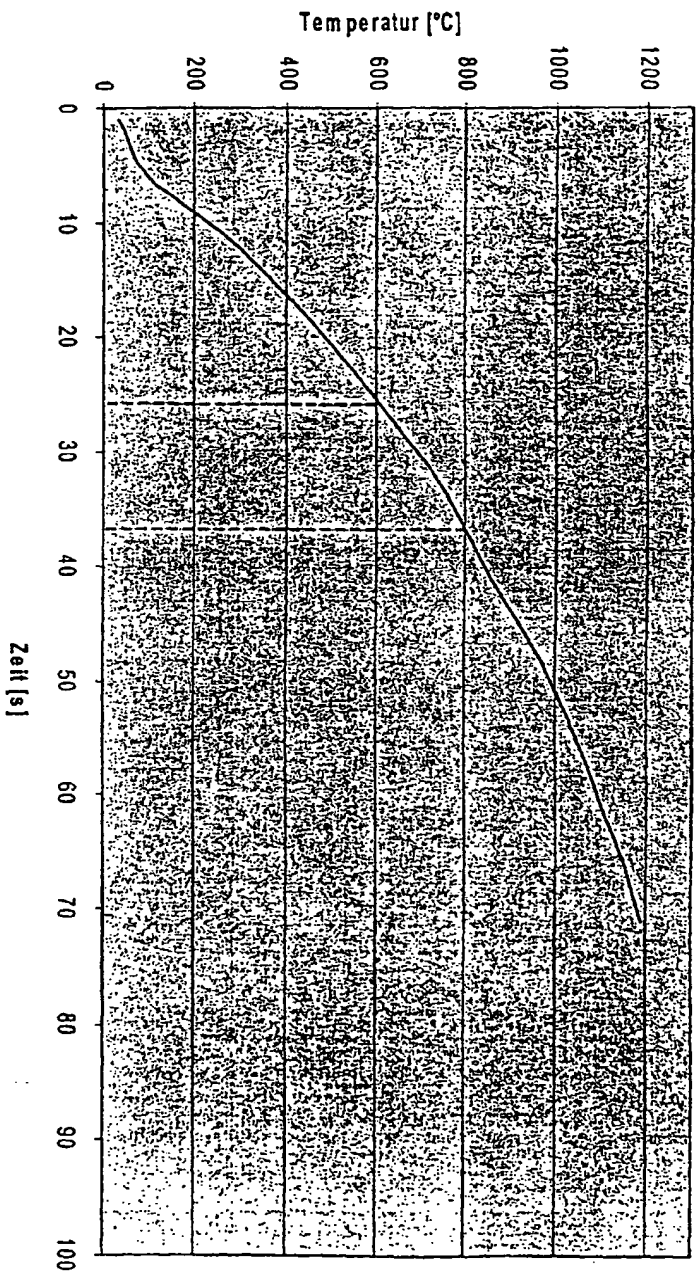
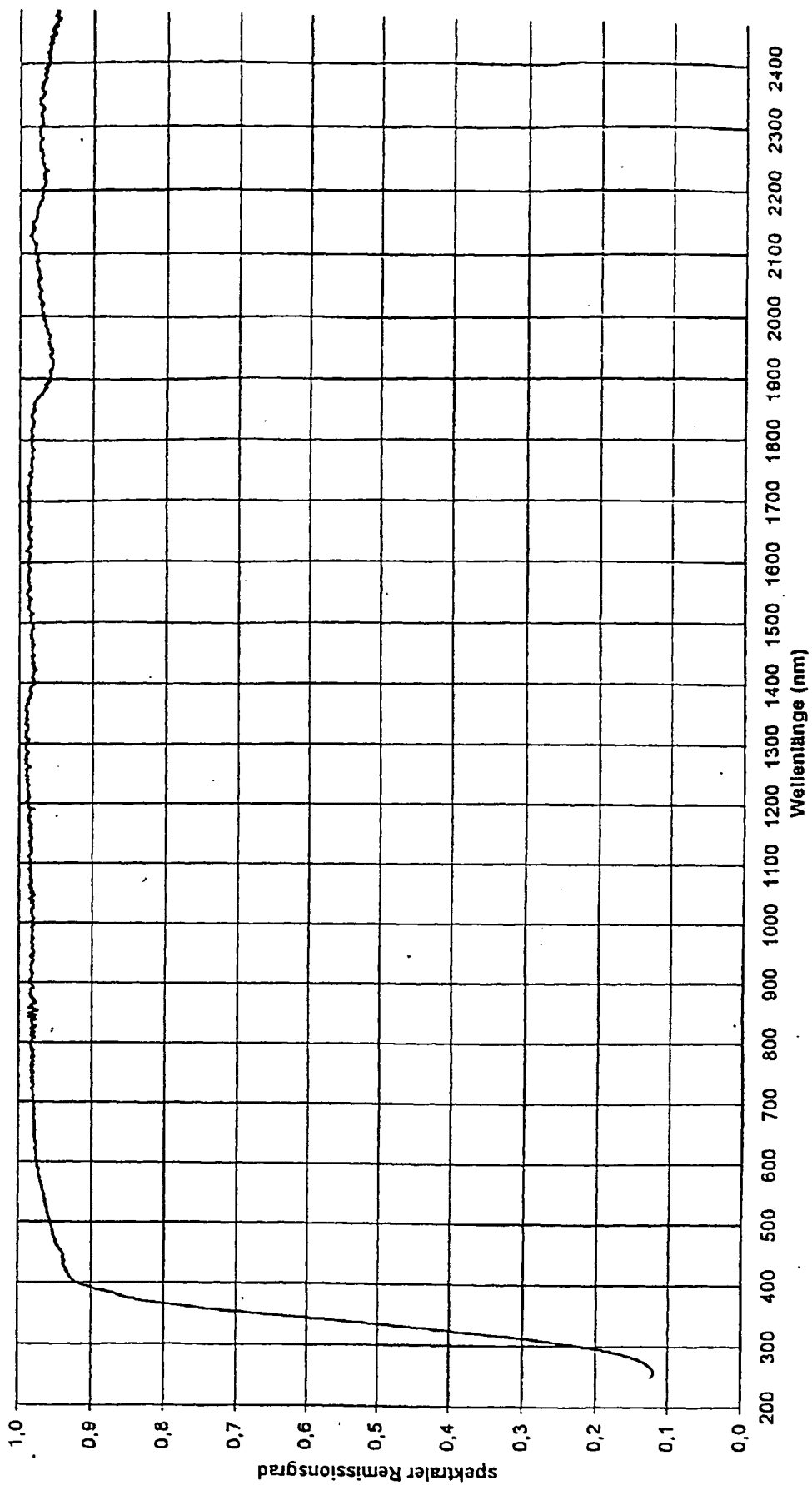


Fig. 3

FIG. 2:



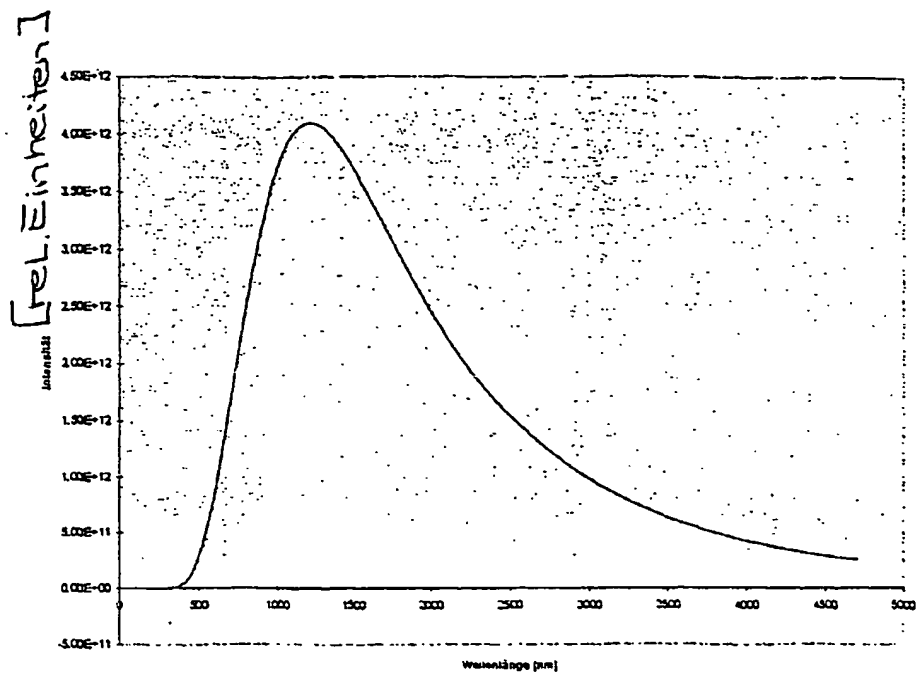
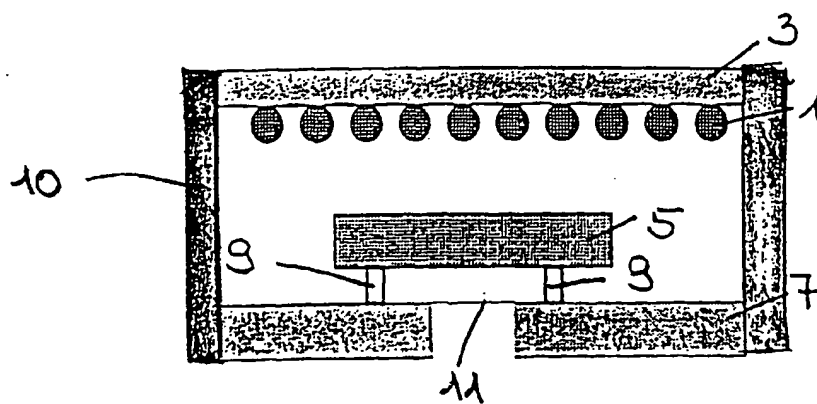


FIG. 1

FIG. 2A



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.